

[理 科]

知識を活用し科学的な思考力・表現力を高める授業づくり

－児童の学習意欲を高める課題設定を大切に－

西川 武秀*

1 はじめに

「小学校学習指導要領（平成29年告示）解説 理科編」では、理科の目標について「自然に親しみ、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、自然の事物・現象についての問題を科学的に解決するための必要な資質・能力を次のとおり育成することを目指す。」と書かれている。また、平成30年度全国学力・学習状況調査の小学校6年生理科では、「観察、実験の結果を整理し分析して考察することについて、得られたデータと現象を関連付けて考察することはできているが、分析して考察した内容を記述することに課題がある。」「予想が確かめられた場合に得られる結果を見通して実験を構想したり、実験結果を基に自分の考えを改善したりすることには依然として課題がある。」と報告されている。つまり、それぞれの単元を通して、なぜその事象に至るのかを仮説を基に検証していく「科学的な思考力」をはたかせながら、課題と向き合い、これまで身に付けてきた知識を活用し、表現する力を高めることが求められている。

現在、理科を担当している6年生は、「学習指導改善調査」、「NRT学力検査」において、新潟県や全国の平均をやや上回る結果となった。しかし、設問ごとに分析していくと、基礎的な知識・理解を問う問題ではいずれも正答率が高かった反面、「実験の正しい方法」や「実験から導き出される結果の考察」を記述式で答える問題の正答率が極端に低い。このことから、理科における知識は定着しているが、科学的な思考力をはたかせながら、結果から考察する力が不十分であると考えられる。

平成30年度全国学力・学習状況調査の小学校6年生理科授業改善のポイントの「実験結果の見通しを伴った解決の方向性を構想できるようにする指導の充実」では、これまでの学習内容や生活経験を関連付けて根拠のある予想や仮説を発想し、図などで表現するなどして話し合うことができるように指導することの大切さが述べられている。また、「実験結果を基に分析し、問題に正対したまともに改善できるようにする指導の充実」では、実験結果を整理して結論をまとめる際に、結果を事実としての確に捉え、事実から解釈したことを「実験の結果からいえること」として言及することができるように指導し、より妥当な考えに改善していくためには問題解決の様々な場面で、自分の考えを表現したり見直したりするなどの話し合いができるように指導することの大切さが述べられている。

小林・永益（2006）は、子どもの疑問を科学的に探究可能な「問題」にするための指導法である、“Four question strategy”（以下4QSと略す）に基づいてワークシートを開発した。新田（2015）は、第5学年「電流のはたらき」の単元で4QSワークシートを活用したことにより、児童全員が仮説を立てることができたと報告している。また、アンケートから4QSシートが児童にとって仮説を立て、実験し、考察をまとめるツールとして有効であったことが実証された。しかし、新田（2015）が研究のまとめとして提示した「改良した4QSワークシート」は、実際の授業場面で使用されていないため、児童の実態に合わせて活用し、有効性を検証していく中で、課題を見出していく余地があると考えられる。

2 研究の目的

本研究では、「電流のはたらき」の単元において、新田（2015）が考案した4QSワークシートを活用する。児童が仮説を立て、実験し、考察する過程において効果的かどうかを検証する。そして、検証した結果から見える課題を、6年生の「てこのはたらきとしくみ」の単元において改善・実践し、よりよい授業づくりを目指すことを目的とする。

*十日町市立十日町小学校

3 研究方法

(1) 4QSワークシートを活用する

第5学年「電流のはたらき」において、新田（2015）が提示した「改良した4QSワークシート」を使用する。STEP1には「電磁石のはたらき」、STEP2には「コイルの巻数」、「電池の数」の条件を入れる。それぞれが「100回から200回」、「1個から2個」と変わることではたらきが大きくなるという予想につなげる。また、上記の2つ以外にも電磁石のはたらきを大きくする要因があると予想される場合には、3つ目、4つ目の条件を記載しても良いこととした。矢印通りに言葉をつなげていくことでそれぞれの条件ごとに仮説を立て、それらを検証するための実験計画を立てる。STEP3は数で調べる項目とし、「クリップの数」という共通事項を記入する。その後、児童が立てた仮説の内容や数を調べたり、実際に使った感想をアンケート調査したりすることで、シートの有効性を検証する。

図1 新田（2015）で改良された4QSワークシート

(2) ワークシートを分析し、「科学的な表現力を高める」という観点から課題を見つけ、別の単元で実践する

児童の立てた仮説に加え、実験から分かったことをまとめる考察や結論の記述内容を分析することを通して、「科学的な思考力・表現力を高める」という観点から改善点を見つける。シートを活用し、目的を達成するための方策を立て、別の単元で新たな手立てを実践する。

4 取組の実際と考察

(1) 「電流のはたらき」での実践（調査対象 5年2組 男子17名 女子11名 計28名）

<単元の指導計画>

次	時間	○学習内容 ・子どもの姿	評価
1 電 磁 石 の 性 質	1 2	○乾電池にコイル、コイルに鉄心を入れたものをつなぎ、砂鉄やクリップ、釘、方位磁針に近づけてみる。 ・電流が流れることで、磁力が強くなることに気付く。 ・磁力には極があることを知る。	・電磁石の導線に電流を流したときに起こる現象に興味をもち、自ら電流の働きを調べようとしている。 ・電流の流れているコイルは、鉄心を磁化する働きがあり、電流の向きが変わると、電磁石の極が変わることを理解している。
	3	○コイルに鉄心を入れたものと棒磁石の性質を比較する。 ・それぞれに磁力の強さや向きがあることに気付く。	
2 電 磁 石 の 強 さ	4	○クレーンゲームを通して、電磁石の力を強くするための要因を考える。 <子どもの予想> ・コイルの巻き数を増やす。乾電池の数を増やす。導線を太くする。電池の種類を変える。など	・電磁石に電流を流したときの電流の働きの変化とその要因について予想や仮説を立て、条件に着目して実験の計画を考えたり結果を考察したりすることができる。
	5 6	○どうすれば電磁石のはたらきを大きくすることができるか、仮説を立てて実験計画を作成する。 ・4QSワークシートを利用して仮説を立てることで、自分の考えを可視化する。 ・実験計画を立てることで、実験の見通しをもつ。	

	7	<p>○自分の仮説を実験で検証する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実験計画書を参考にし、同じ仮説を検証している仲間と協力して行う。 ・実験から分かることを考察にまとめ、結論を書く。 ・他の仮説を検証した仲間の意見を聞く。 	<ul style="list-style-type: none"> ・電磁石の強さと電流の強さや導線の巻き数、電磁石の極の変化と電流の向きを関連付けて考察し、自分の考えを表現することができる。 ・電磁石の強さの変化を調べ、定量的に記録することができる。
3身の回りの電磁石	8 9	<p>○これまで学習してきた電磁石のはたらきを利用したものが、自分たちの生活の中でどのように活用されているのかを知る。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実際に使われている様子を映像で確認する。 <p>○磁石と電磁石を組み合わせて、簡易モーターを作成する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・モーターの構造が分かるように、丁寧に作成する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・電磁石の強さは、電流の強さや導線の巻き数によって変わることを理解している。 ・電磁石の性質や働きを使ってものづくりをしたり、その性質や働きを利用したものの工夫を見直したりしている。 ・電磁石の強さの変化を調べる工夫をし、導線などを適切に使って、安全に実験やものづくりをすることができる。

本単元では、実験前にワークシートを使用し、実験の見通しをもたせるとともに、仮説を立てる時間を十分に確保した。実際に児童が記入したワークシートには、課題に対する自分の考えが明記されていることが分かる。変化の要因は、「電池の数」と「コイルの巻き数」が実験キットや教科書に明記されていることから、全員が2つ以上の要因を書くことができた。また、生活経験や本時までの既習事項から考え、3つ以上の要因を書く児童も多かった。

仮説を立てる部分では、児童全員が記載することができた。これは、STEPの順番通りに書き進め、キーワードを繋げていくことができれば仮説を立てられるという支援があるからこそその結果であると考えられる。仮説を立てられたことで、実験計画や方法もスムーズに考えることができた。その際にワークシート下部の「イメージ図」も有効であった。変化の要因がどのようにして表れるのかを可視化することで、「なぜ、そのようになるのか」というイメージをもちやすくなった。これは、平成30年度全国学力・学習状況調査の小学校6年生理科の「予想や仮説を立てる際に言葉だけでなく、図やイメージを書くことで、より見通しをもって学習に取り組むことができる」という内容にも合致している。

ワークシート使用後のアンケートでは、「ワークシートが使いやすかった」、「仮説

課題：電磁石のはたらきを大きくするにはどうすればよいだろう？

STEP1 電磁石のはたらき

STEP2

1	電池の数	を 1コ から 2コ にすれば
2	コイルの巻き数	を 10回 から 20回 にすれば
3	電池の種類	を マンガン から アルカリ にすれば
4	導線の太さ	を 今より 太く にすれば

大きくなる。

STEP3 仮説を立てよう！

1. 電磁石のはたらきは、電池の数を増やすと大きくなる。
2. 電磁石のはたらきは、コイルの巻き数を増やすと大きくなる。
3. 電磁石のはたらきは、電池の種類をマンガンからアルカリにすれば大きくなる。
4. 電磁石のはたらきは、導線の太さを今より太くすれば大きくなる。

イメージ図

<STEP2の1> <STEP2の2> <STEP2の3> <STEP2の4>

図2 実際に児童が記入したワークシート

表1 児童のワークシートの記入状況（変化の要因）

変化の要因を3つ以上書くことができた	23人／28人
変化の要因を2つ以上書くことができた	5人／28人

表2 STEP3, 4で児童が考えた変化の要因

<ul style="list-style-type: none"> ・電池の種類をマンガン電池からアルカリ電池に変える ・導線を太くする ・鉄心自体に導線を巻きつけてコイルをつくる ・電流の通り道（導線）を全て磨く

表3 児童のワークシートの記入状況（仮説）

仮説を立てることができた	28人／28人
--------------	---------

を立てるのがかんたんだった」と回答する児童が多かった。このように、4QSワークシートを活用することで、課題に対する自分の考えを表現する手立ての一つとなり、実験の見通しをもつことにつながった。

しかし、ワークシートの内容が有効であったのに対し、書くことが負担になり、実験を楽しみにしている児童にとっては少し苦しい活動となってしまった。また、実験後の考察を書く場面では、考察を文章化する際に、「仮説をそのまま考察に書き、科学的な要因

（電池の数を増やすと流れる電流が強くなるので…など）まで書かれた考察が少ない」という課題が見られた。これは、考察を書くことに慣れていないことや、仮説を立てる時点で科学的な要因を入れた仮説を立てていないことなどが原因として考えられる。また、今回の学習課題が教師から与えられたものであり、受動的な課題解決の活動となっているため、児童の「分かったことを表現したい」という意欲を高められていないことも原因の一つと考えた。そこで、次の実践では、もう一度、児童が理科授業に求めるニーズを把握し、書く量を調節した構造化ワークシート、意欲を高める課題設定をすることで、児童が意欲的に取り組み、科学的に考えることを通して、これまでの知識を活用しながら表現する授業を実践したいと考えた。

(2) 「てこのしくみとはたらき」での実践（調査対象 6年生 男子34名 女子22名 計56名）

表6 児童の理科授業に対する実態調査

理科は好きですか	
肯定的評価	54人／56人
理科のいいところは何ですか	
・実験が多くて楽しいところ。(31人)	・いろいろな実験をみんなでできること。(3人)
・新しいことに気付けるところ。(5人)	・実際に見て観察できるところ。(3人)
・普段できないことがたくさんできること。(3人)	・実験をやって分かった時にうれしい。(3人)
・実験で分かったことをみんなと考えるところ。	・科学のすごいところを学べるところ。
・分かりやすく楽しく学べる。	・予想を立てやすく <u>実験で答えがわかる</u> ところ。
・実験で <u>予想が的中</u> するとうれしい。	・授業が分かりやすい。

上記のアンケートから、理科に対する肯定的評価が高いことが分かる。また、記述での回答からは、「実験」というキーワードが多く見られた。また、予想を立てて実験することが児童の科学的な興味・関心をさらに高めることも読み取れる。児童にとって理科授業の核となる実験を充実させ、そこから学びを得られるようにする。

本単元では、4QSシートをさらに改良し、「てこのしくみとはたらき」の単元において有効に活用ができるようにした。

構造化されたワークシートを設定し、書く量を最低限に抑えた。

表4 ワークシート使用後のアンケートより

ワークシートは使いやすかった	25人／28人
仮説を立てるのがかんたんだった	28人／28人
書く量が多いと感じた	21人／28人

表5 児童の考察の記入内容

本質的な要因を交えた考察	8人／28人
仮説がそのままの考察	18人／28人
自分の力で考察が書けなかった	2人／28人

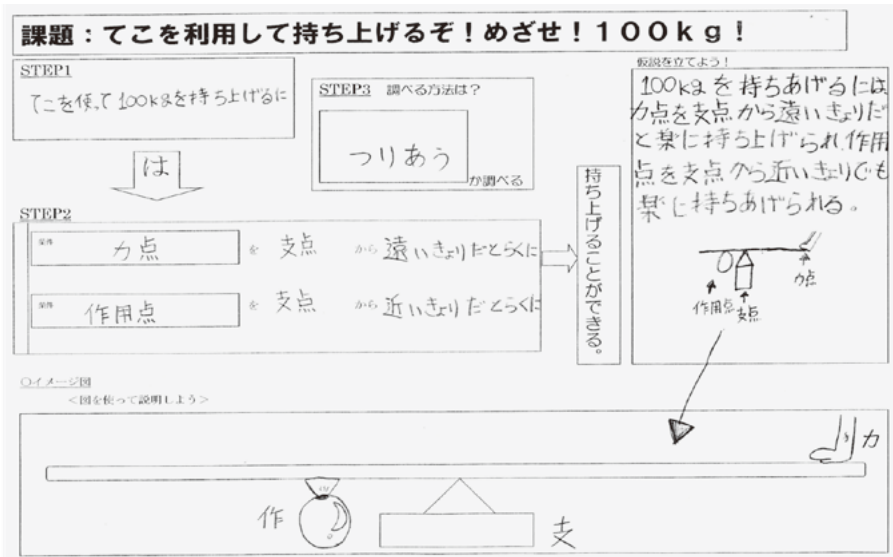


図3 実際に児童が記入したワークシート

一方で、科学的な根拠を示した表現につながる記述となるように「支点」、「力点」、「作用点」の3つのキーワードを選択して使えるようにした。また、下部イメージ図は引き続き使用することで、実験方法を考え、見通しがもてるようにした。

今回の学習課題は、「てこを利用して持ち上げるぞ！めざせ！100kg！」と題した。これは、児童が話し合い、便利な道具であるてこを使って実際に経験のないことをやってみたいと強く希望したためである。学習課題を児童自身が設定したことで、ワークシートを書いている時間から意欲的な姿が見られた。構造化されたワークシートを使うことには慣れていたため、本単元でも全員が仮説を立てることができた。また、課題の「科学的な要因を踏まえた仮説」についても、書かれた仮説がほとんどであった。この時間までに、知識を押さえ、実験用てこなどを通して多くの実験を行ってきた成果と言える。

実験では、支点からの距離が示された鉄パイプと、支点に跳び箱を用意した。100kgのおもりは、体重68kgの教師が32kgのおもりをリュックに入れ、背中で担ぐことで、100kgのおもりとした。それを伝え、図4のように、実際の人を持ち上げるイメージをもち、それを達成するために必要な条件を考えるきっかけとなった。

考察する場面では、事前に科学的な要因を取り入れた仮説を立てていたこともあり、ほとんどの児童が、課題に対する要因を踏まえた考察を書くことができた。また、発表場面では、グループの仲間や全体での発表に大変意欲的に取り組むことができた。考察で記述された文章には、100kgを持ち上げる前の心境が実際に持ち上げたことで大きく変化したことも加わっていた。

単元学習後にとったアンケート（表7）からは、本単元で押さえてほしいポイントに加え、実生活にまで落としこんで考えようとしていたことが分かる回答となった。また、表8からは、100kgを持ち上げることができたことに強い印象をもった児童が多かったことが分かる。理科授業に対するニーズに応え、実験を多く取り入れ、学習意欲を高める課題設定を目指した成果だと考える。

課題：てこを利用して持ち上げるぞ！めざせ！100kg！

STEP1 てこを使って 100kgを持ち上げる

STEP2 **力点** を **支点** から **遠く** と **作用点** を **支点** から **近く** と **する**

STEP3 調べる方法は？ **フリ合う** **か調べる**

仮説を立てよう！ てこを使って100kgを持ち上げるには、力点を支点から遠く、作用点を支点から近くすると持ち上げることが出来る。

イメージ図 <図を使って説明しよう>

図4 実際に児童が記入したワークシート

表7 「てこのしくみとはたらき」学習後アンケート①

「てこのしくみとはたらき」の学習で学んだこと
<ul style="list-style-type: none"> ・ 支点・力点・作用点のそれぞれのはたらきについて。(12人) ・ 力点と作用点の位置を変えることで軽いや重いや感じたりすること。(14人) ・ 作用点と力点、支店の位置を法則にしたがって工夫することで、100kgを持ち上げることができる。(10人) ・ てこを使えば重いものが持ち上がる。(9人) ・ つりあうためには法則があること。(4人) ・ 身の回りの道具に「てこ」が応用されていること。(3人) ・ てこの法則には、必ず法則があること。 ・ 力がつり合うために必要なこと（点の位置や距離など）。 ・ てこを使えば自分の力以上の力が出せること。 ・ てこはとても便利だということ。

表8 「てこのしくみとはたらき」学習後アンケート②

「てこのしくみとはたらき」の学習で楽しかったこと
<ul style="list-style-type: none"> ・ 100kg（教師）を持ち上げられたこと。(37人) ・ いろいろな実験ができたこと。(14人) ・ いろんな重さで実験したこと。(2人) ・ つりあうとすっきりしたこと。(2人) ・ つり合うパターンをいろいろさがしたこと。

5 成果と今後の課題

(1) 成果

事後調査から、新田（2015）が考案したワークシートは、児童が課題解決の見通しをもち、条件制御をしながら仮説を立て、実験し、考察・結論を導き出すために有効な手立てであったと言える。また、知識を活用し、科学的な思考力を働かせながら表現するためには、構造化されたワークシートに加え、課題設定を工夫することで児童の活動意欲を高め、「表現したい」という気持ちにつなげることができた。

(2) 今後の課題

本研究で活用したワークシートは、あくまでも児童の思考の流れを可視化するツールの一つである。本来であれば、ワークシートを使わなくても自分の力で課題に向かい、内容を把握し、表現できることが求められる。理科学習において様々な場面で継続的に記述指導をしていくことで、意欲的に表現しようとする児童の姿につながると考えられる。また、表現することの前提にあるのは、生活経験や学習を通して身に付けた知識である。ただ表現することを強調するのではなく、普段の理科授業の中で自然の事物・現象についての関心を高め、児童の気付きを大切にしたり、理科のおもしろさを経験させたりする積み重ねが、意欲的に表現する姿へとつながる。どの単元のどの学習場面において、どのような記述指導を行うかの見通しをもって今後の指導にあたっていきたい。

6 引用・参考文献

- 小林辰至・永益泰彦「社会的ニーズとしての科学的素養のある小学校教員養成のための課題と展望」『科学教育研究』第30号，第3巻
- 阿部誠也「実感を伴って理解し，科学的思考力を養う指導過程の在り方－5年生「てこ」の実践を通して－」，教育実践研究 第19集，2009
- 学校図書「みんなと学ぶ小学校理科6年」，2015
- 国立教育政策研究所「平成30年度全国学力・学習状況調査報告書 小学校理科」，2018
- 新田和也「見通しをもって主体的に探究する理科授業を目指して－小学校の初期段階で4QSを取り入れた仮説検証の試み－」，教育実践研究 第25集，2015
- 文部科学省「小学校学習指導要領（平成29年告示）解説 理科編」，2017